



XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

S7_023

Geoquímica del volcán Llullaillaco (24°43'S), Andes Centrales, (Chile-Argentina): resultados preliminares

Polanco, E.¹, Clavero, J.², Godoy, E.³, Gimeno, D.¹, Fernández-Turiel, J.L.⁴, Rodríguez, I.⁵, González, E.⁵, Guzmán, S.⁶, Petrinovic, I.⁷

- (1) Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica, Facultad de Geología, Universidad de Barcelona, Martí i Franquès s/n, 08028, Barcelona.
- (2) Energía Andina S.A., Darío Urzúa 2165, 7510480, Santiago.
- (3) Geólogo Consultor, V. Subercaseaux 4100, Santiago.
- (4) Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera, CSIC, Barcelona.
- (5) Facultad de Ingeniería y Cs. Geológicas, Universidad Católica del Norte, Antofagasta.
- (6) Facultad de Cs. Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSA), Salta
- (7) Museo de Cs. Naturales, UNSA-CONICET, Salta.

epolancov@gmail.com

Introducción

El volcán Llullaillaco (24°43.2'S, 68°31.8'W y 6739 m snm) [1] corresponde a un estratovolcán localizado en la Puna (23-28°S) en el límite chileno-argentino, Andes Centrales, cuyos productos son de composición predominantemente dacítica y ha sido históricamente activo [1, 2]. Una de las principales características de este centro eruptivo es la presencia de un importante depósito de avalancha de detritos (DADL) emplazado hacia el este del volcán, de forma similar a otros estratovolcanes de la Zona Volcánica Central (ZVC) de los Andes [3].

En el marco de un estudio de detalle de las variaciones litológicas, granulométricas, estructurales, petrográficas y geoquímicas del DADL, se realizó el muestreo de rocas pertenecientes a distintas unidades del volcán Llullaillaco para complementar y reinterpretar el estado actual del conocimiento de la evolución estratigráfica y geoquímica de este centro eruptivo mediante, esencialmente, trabajo de terreno y posteriores análisis petrográficos, geocronológicos, geoquímicos e isotópicos. En este sentido, el presente trabajo expone los principales resultados de la geoquímica de roca total obtenidos de los productos muestreados del volcán Llullaillaco e interpretaciones preliminares en el contexto de la ZVC.



XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ambiente Geotectónico

El volcanismo cuaternario de los Andes Centrales es el resultado de la subducción de las placas de Nazca bajo la Sudamericana. La actual configuración del arco volcánico constituido por dos cordilleras (Oriental y Occidental) separadas por una meseta (Altiplano o Puna según la latitud) que supera los 3.800 m s.n.m. se origina a partir del Oligoceno. Se inicia entonces un importante evento de deformación, caracterizado por alzamiento, acortamiento y engrosamiento cortical acompañado de un profuso volcanismo evolucionado [e.g., 4], generando el mayor espesor cortical (<70 km) del planeta en un ambiente no colisional [5].

Geología

La geología del volcán Llullaillaco está constituida principalmente por flujos de lava, domos, depósitos piroclásticos de bloques y ceniza, depósito de flujo piroclástico pumíceo y el depósito de avalancha de detritos [3, 6]. Inicialmente, sus litologías fueron agrupadas en dos unidades [2]: Llullaillaco I (Pleistoceno) y Llullaillaco II (Holoceno) y luego [6] el DADL (≤ 150 ka) es definido como una nueva unidad.

Resultados

Se analizaron 20 muestras de roca del volcán Llullaillaco mediante las técnicas de fluorescencia de rayos X y espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) en los Servicios Científico-Técnicos de la Universidad de Barcelona para los elementos mayores (además de Y, Nb y Zr) y la mayoría de elementos trazas, respectivamente. Las muestras de roca del volcán Llullaillaco analizadas en este estudio corresponden principalmente a dacitas (entre 62,0 y 68,3% en peso de sílice) [7] (Fig. 1a) de contenido medio a alto de K (2,3-3,0% peso), coincidente, en parte, con los resultados obtenidos en estudios previos [2, 6].

Petrográficamente predominan dacitas de textura porfírica de plagioclasa-hornblenda±biotita±esfeno±óxidos de Fe-Ti, donde los minerales máficos hidratados son los más abundantes, y xenocristales de plagioclasa±cuarzo±clinopiroxeno±ortopiroxeno, comúnmente con texturas de cedazo y engolfamiento en la plagioclasa y el cuarzo, respectivamente. Son comunes los enclaves máficos con textura diktitaxítica (hornblenda y plagioclasa principalmente), en ocasiones con xenocristales de cuarzo y hornblenda de la fase dacítica. Lo anterior señala algunas condiciones de desequilibrio (P, T y/o composición), en especial, indica la ocurrencia de procesos cíclicos de mezcla de magma durante la evolución de los magmas que originaron las rocas de este centro eruptivo.

Los elementos trazas de las muestras del volcán Llullaillaco presentan, adicionalmente, un enriquecimiento en elementos incompatibles móviles (Sr, Rb y Ba: 502,4-785,4; 51,4-85,7 y 558,1-796,9 $\mu\text{g/g}$, respectivamente) y un empobrecimiento de elementos



Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

incompatibles inmóviles con una anomalía negativa de Nb (Fig. 1b), patrón característico de rocas volcánicas de márgenes convergentes cuya fuente proviene de sedimentos hidratados de la corteza oceánica subductada y fluidos del manto astenosférico [8, 9]. Los altos valores de elementos incompatibles móviles y la anomalía de Nb son considerados indicadores de contaminación cortical como proceso dominante [9], coincidente con el importante espesor cortical y los resultados obtenidos en otros volcanes de este segmento [e.g., 10]. Asimismo, las tierras raras (REE) tienen un patrón muy enriquecido en REE ligeras con un progresivo empobrecimiento en REE pesadas y ausencia de anomalía de Eu (Fig. 1c). Esto señala al fraccionamiento mineral como proceso que ocurre durante la evolución magmática (aunque en el caso de la plagioclasa no es significativo [9]).

Conclusiones

Los resultados de los análisis de roca total de las muestras del volcán Llullaillaco permiten clasificar a las rocas esencialmente como dacitas calcoalcalinas de medio a alto K. Identifican procesos de contaminación y fraccionamiento mineral como significantes en la evolución de los magmas que le dieron origen. Asimismo, de forma complementaria, las texturas de las rocas y de las fases minerales reconocidas en las muestras señalan además la ocurrencia repetitiva de procesos de mezcla de magma durante la evolución de este centro eruptivo.

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución del Proyecto FONDECYT No. 1070162 (JC) en el marco de una colaboración con el PEGEFA-2005SGR00795 mediante el Proyecto ASH (CGL2008-00099) (España). EP agradece el apoyo económico al Programa de Becas de Doctorado de Gestión Propia del CONICYT del Gobierno de Chile.

Referencias

- [1] Simkin, T., Siebert, L. (1994) *Volcanoes of the World* (2a edición). Geoscience Press, Tucson, 349 p.
- [2] Gardeweg, M., Cornejo, P., Davidson, J. (1984) Geología del volcán Llullaillaco, Altiplano de Antofagasta, Chile (Andes Centrales). *Revista Geológica de Chile*, vol. 23, 21-37.
- [3] Francis, P. W., Wells, G. L. (1988) Landsat Thematic Mapper observations of debris avalanche deposits in the Central Andes. *Bulletin of Volcanology*, vol. 50, 258-278.
- [4] Stern, R.S., Moreno, H., López-Escobar, L., Clavero, J., Lara, L., Naranjo, J.A., Parada, M.A., Skewes, M.A. (2007) Chilean volcanoes. En: *Geology of Chile*, Moreno, T., Gibbons, W. (eds.). The Geological Society of London, London, 147-178.



XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

- [5] Tassara, A. (2005) Interaction between the Nazca and South American plates and formation of the Altiplano–Puna plateau: Review of a flexural analysis along the Andean margin (15°–34°S). *Tectonophysics*, vol. 399, 39–57.
- [6] Richards, J.P., Villeneuve, M. (2001) The Llullaillaco volcano, northwest Argentina: construction by Pleistocene volcanism and destruction by sector collapse. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 105, 77–105.
- [7] LeMaitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M.J., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., Dudek, A., Efremova, S., Keller, J., Lamere, J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Woolley, A.R. (2002) *Igneous rocks: a classification and glossary of terms, recommendations of the International Union of Geological Sciences, Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks*. Cambridge University Press, 236 p.
- [8] Pearce, J.A. (1983) The role of subcontinental lithosphere in magma genesis at active continental margins. En: *Continental basalts and mantle xenoliths*, Hawkesworth, C.J., Norry, M.J. (eds.), Nantwich, Shiva, 230–249.
- [9] Rollinson, H. (1993) *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*. Longman Group, United Kingdom, 352 p.
- [10] Polanco, E., Clavero, J., Gimeno, D., Fernández-Turiel, J.L. (2009) Evidence of crustal contamination and magma mixing at Taapaca Volcanic Complex, Central Andes. *Goldschmidt Conference Abstract*, Savos (Switzerland), p. 56.

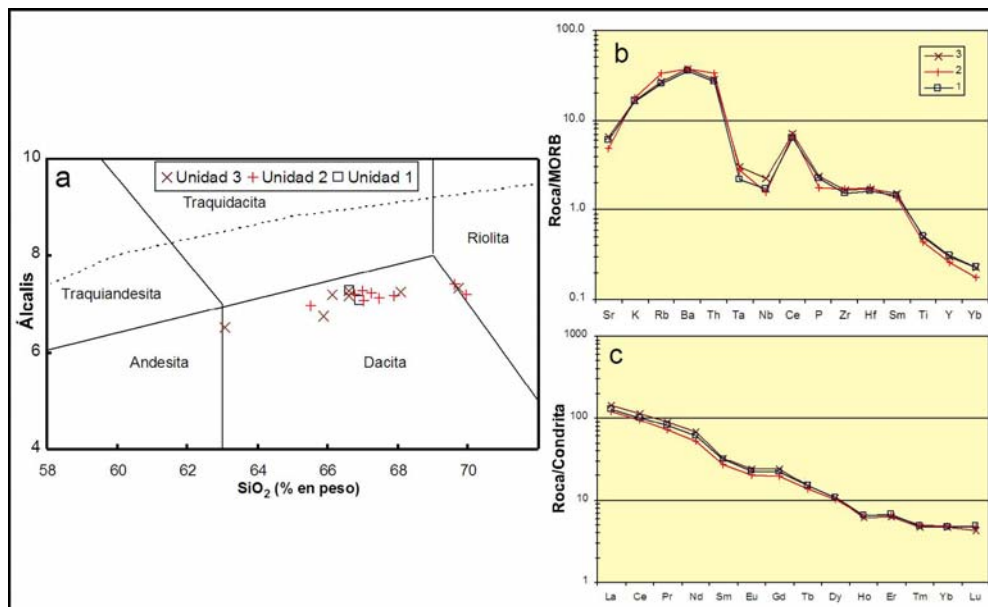


Figura 1. a) Diagrama TAS [7]. b) Diagrama de elementos trazas incompatibles normalizados al MORB [8]. c) Diagrama de REE normalizadas a condrita [9].